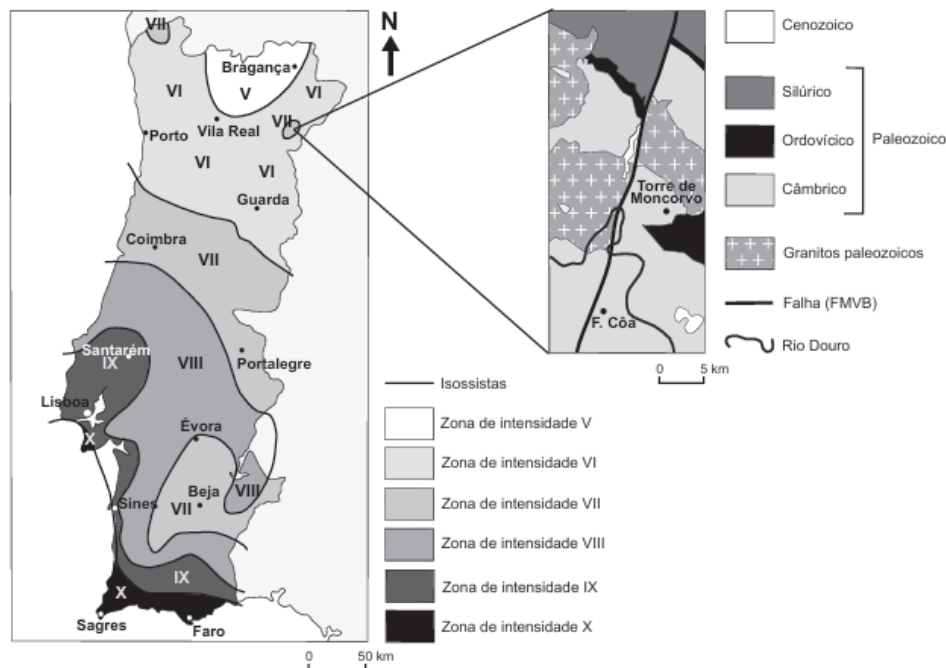


Prova de Avaliação 5

GRUPO I (50 pontos = 5x5 + 10 + 15)

1

A falha de Manteigas-Vilarica-Braganca (FMVB) é uma das grandes estruturas tectónicas do NE de Portugal. Esta falha atravessa o Parque Natural de Montesinho, tem direção NE-SO e um comprimento aproximado de 220 km. No segmento central da falha, o deslocamento dos blocos rochosos tem sido responsável pelos episódios sísmicos ocorridos nos últimos 3,6 milhões de anos. Em novembro de 2018, ocorreu um sismo com epicentro na zona de Torre de Moncorvo, com magnitude de 2,4. Este sismo teve origem na FMVB, a qual foi também responsável por uma crise sísmica em 1986, que durou cerca de um mês. A Figura da esquerda representa a carta portuguesa de isossistas de intensidade máxima. A Figura da direita representa o mapa geológico simplificado da região do vale do Douro, na zona de Torre de Moncorvo e de Vila Nova de Foz Côa.



Baseado em: H. Perea et al., «Actividade sísmica quaternária da falha da Vilarica (NE Portugal): Resultados preliminares de um estudo paleossismológico», Revista Electrónica de Ciências da Terra, GEOTIC - Sociedade Geológica de Portugal, VIII Congresso Nacional de Geologia, 2010; em: P. Cunha e D. Pereira, «Evolução cenozoica da área de Longroiva-Vilarica (NE Portugal)», Ciências da Terra (UNL), n.º 14, Lisboa, 2000; e em: pnrrc.pt/index.php/2015/10/19/cenarios-sismicos/ (consultado em outubro de 2022).

1. Identifique, de entre as afirmações respeitantes aos dados da Figura, as três afirmações corretas. Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.

- I. De acordo com o princípio da intersecção, a FMVB é posterior ao Silúrico.
- II. A FMVB provocou deslocamento das rochas do Câmbrio.
- III. O mapa representado na Figura 5A foi construído com base na escala de Richter.
- IV. A FMVB é responsável pelo maior risco sísmico em Portugal continental.
- V. A intensidade sísmica máxima nas regiões de Torre de Moncorvo e de Beja é igual.

2. Numa estação sismográfica situada a cerca de 13 000 km da falha de Manteigas-Vilariça-Bragança, os sismógrafos não registam as ondas S diretas dos sismos que ocorrem no Canhão da Nazaré, porque estas ondas não atravessam o limite

- (A) litosfera - astenosfera.
- (B) mesosfera - núcleo externo.
- (C) núcleo externo - núcleo interno.
- (D) astenosfera - mesosfera

3. Para determinar a localização do epicentro de um sismo, é necessário utilizar

- (A) o valor da magnitude.
- (B) a intensidade máxima.
- (C) as características litológicas do local.
- (D) os dados fornecidos por sismogramas.

4. A acentuada diminuição da velocidade de propagação das ondas P, assinalada pela descontinuidade de _____, marca a transição entre_____.

- (A) Gutenberg... a astenosfera e a mesosfera
- (B) Mohorovicic... a crosta e o manto
- (C) Gutenberg... o manto e o núcleo externo
- (D) Mohorovicic... a litosfera e a astenosfera

5. A análise de alterações de velocidade de propagação das ondas sísmicas profundas constitui um método _____ de estudo do interior da Terra, permitindo _____.

- (A) indireto ... inferir que o núcleo externo e o núcleo interno apresentam a mesma composição
- (B) indireto ... estabelecer uma diferença de rigidez entre a litosfera e a astenosfera
- (C) direto ... determinar diferenças na composição das rochas que constituem a crosta e o manto

(D) direto ... verificar que a rigidez dos materiais aumenta continuamente com a profundidade

6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência correta de algumas das etapas necessárias para determinar a localização do epicentro de um sismo.

Escreva, na folha de respostas, a sequência de letras.

A. Cruzamento de distâncias epicentrais calculadas em outras estações sismográficas.

B. Determinação da diferença entre o tempo de chegada das ondas S e das ondas P.

C. Cálculo da distância entre a estação sismográfica e o epicentro.

D. Identificação das ondas P e das ondas S num sismograma.

E. Registo da chegada das primeiras ondas sísmicas à estação sismográfica

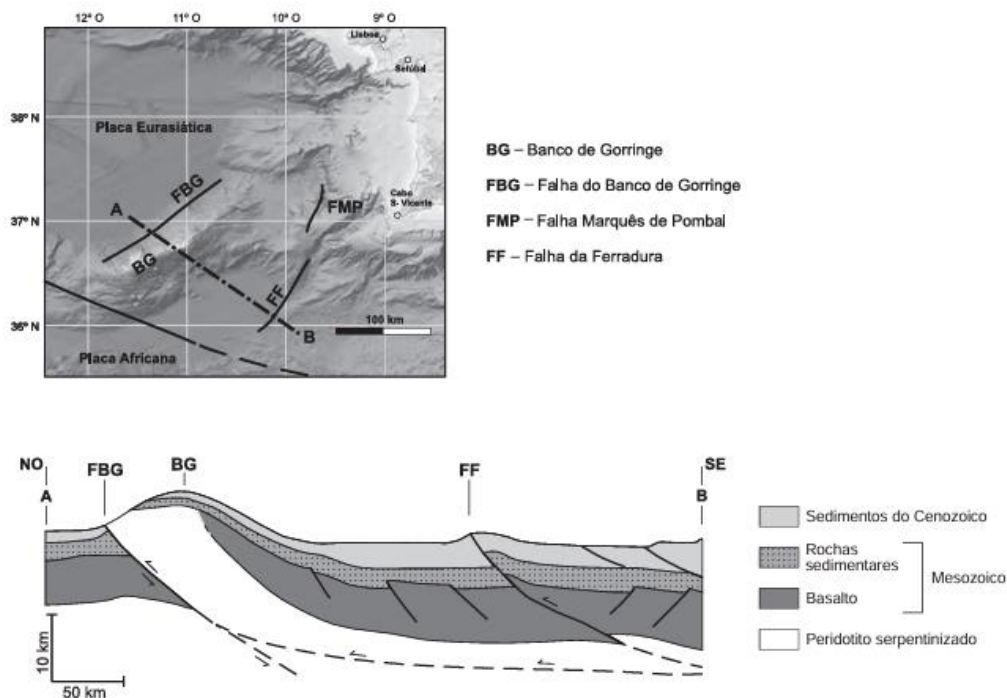
7. Explique a intensidade sísmica máxima na zona de Torre de Moncorvo, comparando-a com a intensidade sísmica máxima em regiões próximas, como a de Vila Real.

GRUPO II (60 pontos = 5x5 + 10 + 10 + 15)

O Banco de Gorringe (BG) é uma montanha submarina, localizada a SO do Cabo de S. Vicente, que se eleva desde os 5000 metros de profundidade até próximo da superfície do mar. Na zona existe um sistema de falhas ativas - composto pela falha do Banco de Gorringe, pela falha Marquês de Pombal e pela falha da Ferradura, entre outras - relacionado com a deformação resultante do movimento das placas Africana e Eurasiática, no Cenozoico, durante o Miocénico (23 a 5 milhões de anos - Ma). Na Figura 1A está representado um mapa simplificado da região, e na Figura 1B está representado o corte geológico (AB) assinalado no mapa.

Litologicamente, o Banco de Gorringe é constituído por peridotitos serpentinizados, pois os minerais máficos dos peridotitos deram origem a minerais como a serpentina e o talco por um processo complexo - serpentização - que envolve a ação de fluidos hidrotermais. Ocorrem também basaltos, formados há cerca de 148 Ma, arenitos e calcários com fósseis de foraminíferos (seres eucariontes, unicelulares, com concha), datados do Mesozoico. Todas estas formações geológicas estão cobertas por sedimentos não consolidados, depositados desde o Miocénico até à atualidade.

Dados radiométricos indicam que a crosta que constitui o Banco de Gorringe se terá formado durante as primeiras etapas da abertura do Atlântico Norte. Outros dados de investigação, como a deformação de sedimentos recentes e a sismicidade de elevada magnitude ocorrida a SO do Cabo de S. Vicente - sismos de 1755 e de 1969, entre outros -, sugerem que esteja em formação uma zona de subdução, numa fase ainda incipiente, na margem sudoeste ibérica



Baseado em: J. Duarte et al., «Are subduction zones invading the Atlantic? Evidence from the southwest Iberia margin», in *Geology*, 2013; e em: J. Girardeau et al., «Preliminary results of Nautilite dives on the Gorringe Bank (West Portugal)», *Earth & Planetary Sciences*, 1998.

1. No Banco de Gorringe, existem lavas basálticas em almofada. A consolidação destas lavas ocorreu (A) durante episódios de vulcanismo explosivo.

- (B) como resultado de vulcanismo numa zona de subdução.
- (C) durante episódios de vulcanismo submarino.
- (D) como resultado de vulcanismo numa falha transformante

2. Considere as afirmações seguintes relativas a situações de risco vulcânico.

I. As erupções efusivas, geralmente, constituem maior perigo para as populações do que as erupções explosivas.

II. A identificação de deformações na superfície do cone vulcânico permite monitorizar a atividade vulcânica.

III. A alteração da composição e do volume das emissões fumarólicas é considerada um sinal precursor de uma erupção.

- (A) III é verdadeira; I e II são falsas.
- (B) I é verdadeira; II e III são falsas.
- (C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
- (D) I e II são verdadeiras; III é falsa

3. Na atividade vulcânica, a _____ com que os gases se libertam de um magma viscoso é responsável pela ocorrência de erupções do tipo _____.

- (A) dificuldade... explosivo
- (B) dificuldade... efusivo
- (C) facilidade... explosivo
- (D) facilidade... efusivo

4. O magma gerado numa zona de subdução, entre uma placa oceânica e uma placa continental, é menos _____ do que o magma que ascende ao longo dos riftes oceânicos, originando erupções com carácter _____ explosivo.

- (A) fluido... mais
- (B) fluido... menos
- (C) viscoso... mais
- (D) viscoso... menos

5. A formação de domos ou cúpulas está geralmente associada a lavas

- (A) viscosas e ácidas.
- (B) viscosas e pouco silicatadas

- (C) fluidas e ricas em gases
- (D) fluidas e de comparação basáltica

6. Associe às expressões relativas às ondas sísmicas P e S, apresentadas na Coluna I, as características da Coluna II que lhes correspondem.

Cada um dos números deve ser associado apenas a uma letra, e todos os números devem ser utilizados.

Escreva na folha de respostas cada letra da Coluna I, seguida do número ou dos números (de 1 a 7) correspondente(s)

COLUNA I	COLUNA II
(a) Apenas as ondas P	(1) Deformam os materiais em profundidade, com alteração do seu volume.
(b) Apenas as ondas S	(2) Diminuem a sua velocidade de propagação ao atravessarem a astenosfera.
(c) As ondas P e as ondas S	(3) Propagam-se em meios sólidos, líquidos e gasosos.
	(4) Não atravessam o núcleo externo.
	(5) Não atingem a superfície sob a forma de ondas diretas a uma distância angular entre 103° e 142°, relativamente ao epicentro.
	(6) Atravessam a descontinuidade de Gutenberg.
	(7) Provocam a vibração das partículas em profundidade, perpendicularmente à sua direção de propagação.

7. Faça corresponder cada uma das manifestações de vulcanismo, expressas na coluna A, à respetiva designação, que consta na coluna B.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Estrutura resultante da consolidação de lavas viscosas na cratera.	(1) Caldeira
(b) Estrutura de colapso, que se desenvolve no topo do cone vulcânico.	(2) Cone adventício
(c) Mistura de material piroclástico e de gases, com elevada temperatura e grande mobilidade.	(3) Domo
	(4) Escoada
	(5) Nuvem ardente

8. Justifique a importância da elaboração de cartas de isossistas de intensidades máximas de uma dada região.

GRUPO III (50 pontos = 5x5 + 10 + 15)

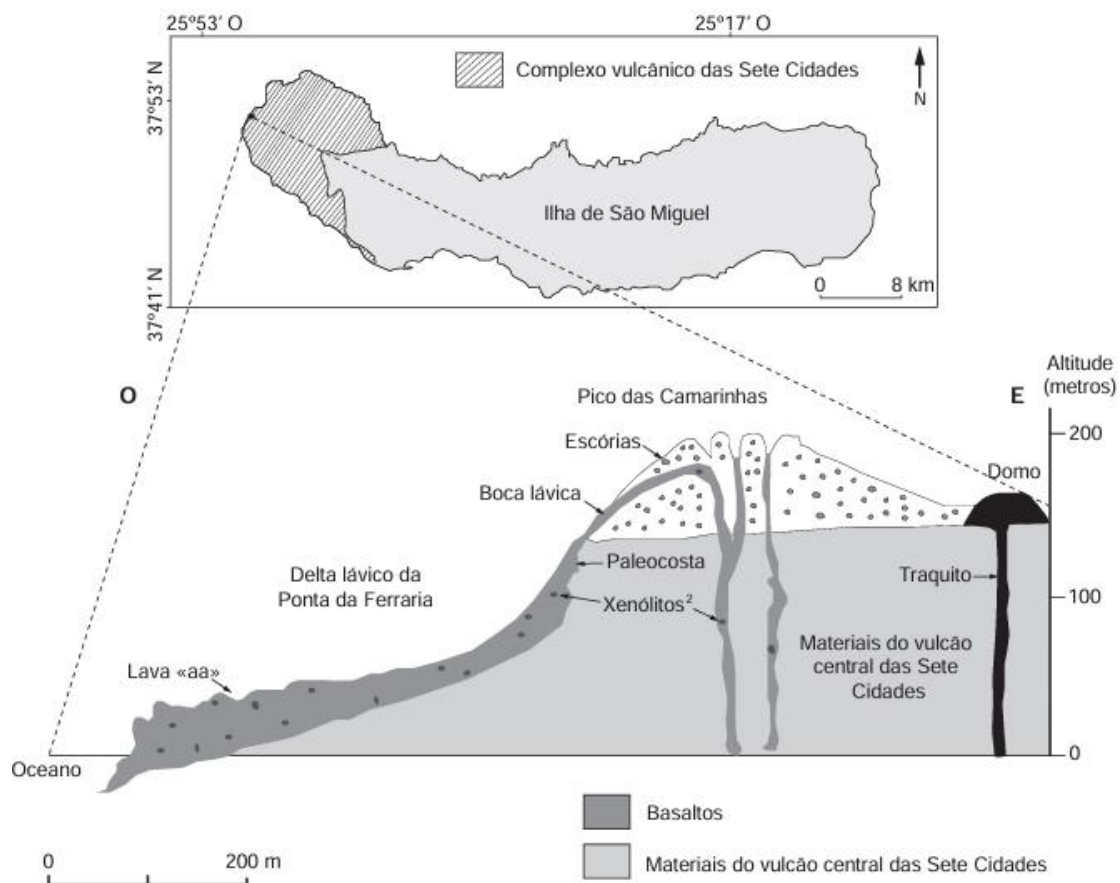
A ilha de S. Miguel, nos Açores, é constituída por diferentes regiões vulcânicas. O complexo vulcânico das Sete Cidades, situado no extremo oeste da ilha, inclui um vulcão central constituído por depósitos piroclásticos e por escoadas lávicas. Neste complexo, é possível reconhecer várias outras estruturas, como é o caso do Pico das Camarinhas, do delta lávico¹ basáltico da Ponta da Ferraria e de um domo traquítico. O domo, composto por uma rocha com um teor em sílica de aproximadamente 66% (traquito), foi coberto por escórias basálticas durante a formação do Pico das Camarinhas. As estruturas referidas estão representadas esquematicamente na Figura 1. No seio das formações que constituem o delta lávico, surge uma nascente de água mineralizada, cloretada sódica, que emerge ao nível do mar, a uma temperatura de cerca de 62 °C. O estudo das águas minerais do arquipélago dos Açores tem revelado que a sua composição química é muito estável, o que permitiu estabelecer um conjunto de valores de referência que podem ser usados na monitorização da atividade dos vulcões.

7

Nota:

¹Delta lávico - fluxo de lava subaérea que entra em contacto com a água.

Baseado em: A. Lima, J. Nunes e J. Brilha, «Monitoring of the Visitors Impact at Ponta da Ferraria e Pico das Camarinhas Geosite (São Miguel Island, Azores UNESCO Global Geopark, Portugal)», Geoh Heritage, 2017



Nota:

¹Delta lávico - fluxo de lava subaérea que entra em contacto com a água.

Baseado em: V. Forjaz et al., Vulcão das Sete Cidades. História Natural. Um guia. Açores, Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores, Ponta Delgada, 2016

1. A formação do Pico das Camarinhas está relacionada com um vulcanismo
 - (A) primário, associado a uma região de baixo fluxo geotérmico.
 - (B) residual, associado a falhas do cone central do vulcão das Sete Cidades.
 - (C) primário, associado a um magma com características básicas.
 - (D) residual, associado a uma região com elevado gradiente geotérmico

2. Considere as afirmações seguintes, referentes ao complexo vulcânico das Sete Cidades.
 - I. A atividade vulcânica que originou este complexo teve fases alternadamente efusivas e explosivas.
 - II. A rocha que constitui os xenólitos da Ponta da Ferraria é mais antiga do que a rocha encaixante.
 - III. As rochas que formam o delta lávico da Ponta da Ferraria apresentam uma superfície lisa.
 - (A) III é verdadeira; I e II são falsas.
 - (B) I é verdadeira; II e III são falsas.
 - (C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
 - (D) I e II são verdadeiras; III é falsa

3. Admita que numa determinada estação sismográfica, localizada a cerca de 150 km do foco do sismo de um sismo, se registaram, primeiro, ondas P refratadas e, posteriormente, ondas P diretas. O atraso das ondas P diretas relativamente às ondas P refratadas deveu-se provavelmente, ao facto de as ondas P
 - (A) refratadas terem percorrido meios de maior rigidez.
 - (B) diretas terem percorrido um trajeto mais longo.
 - (C) diretas terem percorrido um trajeto mais curto.
 - (D) refratadas terem percorrido meios de menor rigidez.

4. A tectónica da litosfera é assegurada pela_____ rigidez da astenosfera, sendo esta também conhecida como _____.
 - (A) menor... zona de baixa velocidade sísmica.
 - (B) maior... zona de baixa velocidade sísmica.
 - (C) maior... zona de sombra sísmica.
 - (D) menor... zona de sombra sísmica.

5. O gradiente geotérmico
 - (A) apresenta um aumento constante no manto,
 - (B) é maior na litosfera do que no manto superior
 - (C) atinge o valor máximo na transição do manto para o núcleo.

(D) é menor no manto superior do que no manto inferior.

6. O grau geotérmico

(A) aumenta com a aproximação a dorsais oceânicas.

(B) diminui quando diminui o gradiente geotérmico da zona.

(C) aumenta quando aumenta o fluxo térmico da região.

(D) diminui com a aproximação a regiões de elevada entalpia

7. Explique de que modo os valores obtidos nos parâmetros analisados na monitorização periódica da composição química das águas minerais dos Açores podem ser usados na vigilância da atividade vulcânica no arquipélago.

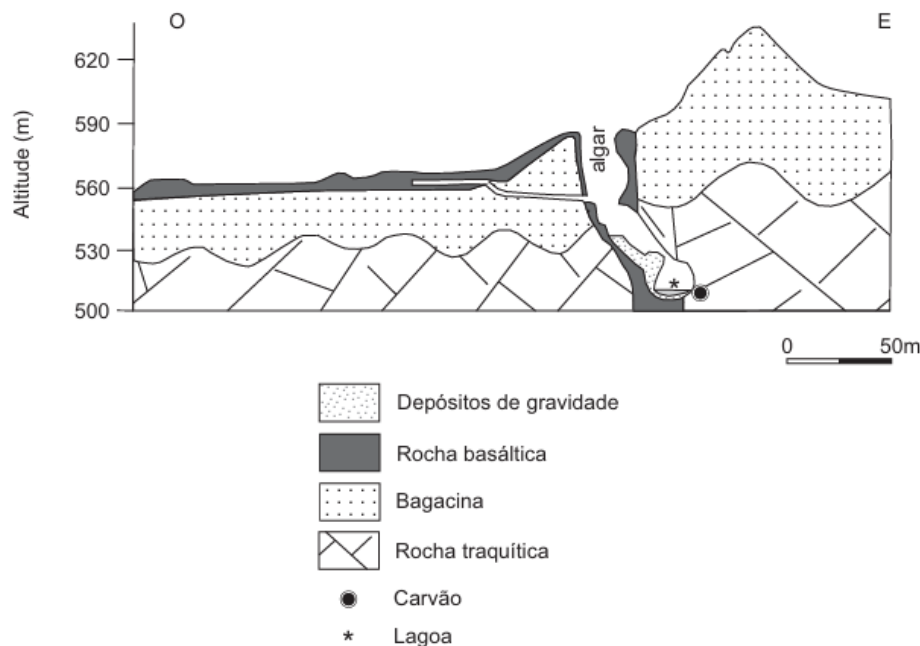
Fundamente a sua resposta com um exemplo de um parâmetro químico analisado.

GRUPO IV (40 pontos = 5x4 + 10 + 10)

O monumento natural do Algar do Carvão, na ilha Terceira, Açores, representado no corte geológico da Figura 1, é uma cavidade que corresponde a uma chaminé vulcânica, por onde ascendeu magma basáltico há aproximadamente 1800 anos.

O algar atravessa uma camada de bagacina e de rochas traquíticas (com teor em sílica de aproximadamente 66%), originadas a partir de escoadas provenientes do vulcão do Pico Alto, localizado a norte da zona representada na Figura 1. Na parte mais profunda do algar, na rocha traquítica, formou-se uma lagoa, junto da qual existem carvões datados de aproximadamente 3300 anos pelo método do radiocarbono (^{14}C). Em algumas zonas do algar, ocorreram desabamentos do teto e das paredes, por vezes, induzidos por atividade sísmica.

Baseado em J. Nunes et al., «Monumento Natural Regional do Algar do Carvão», Atlântida, Vol. XLIX, 2004



10

1. Quando o magma ascende, a entrada de água no aparelho vulcânico, perto da superfície, contribui para _____ da pressão no sistema, o que conduz a uma atividade vulcânica _____.

- (A) uma diminuição ... explosiva
- (B) um aumento ... efusiva
- (C) um aumento ... explosiva
- (D) uma diminuição ... efusiva

2. As fumarolas constituem manifestações de vulcanismo _____, e a sua ocorrência está relacionada com os _____ valores de grau geotérmico registados na região dos Açores.

- (A) primário ... baixos
- (B) primário ... elevados
- (C) secundário ... baixos

(D) secundário ... elevados

3. O magma basáltico, quando comparado com o magma traquítico,

- (A) contém maior teor de gases dissolvidos.
- (B) inicia a solidificação a temperaturas mais elevadas.
- (C) apresenta uma consistência mais viscosa.
- (D) possui menor percentagem de ferro e de magnésio.

4. Considere as afirmações seguintes, referentes a fenómenos de vulcanismo.

1. O aumento da pressão interna dos voláteis aumenta a explosividade da erupção.
 2. As *pillow lavas* resultam de vulcanismo efusivo subaéreo.
 3. A formação de uma caldeira resulta do colapso de uma estrutura vulcânica
- (A) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
 - (B) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
 - (C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
 - (D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

5. Ordene as frases identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos geológicos evidenciados no Algar do Carvão.

- A. Acumulação de depósitos de gravidade.
- B. Projeção de material piroclástico.
- C. Emissão de lavas pobres em sílica.
- D. Formação de rocha traquítica com carvões incorporados.
- E. Esvaziamento da chaminé vulcânica.

6. No algar, a água das chuvas entra diretamente pela abertura, ou infiltra-se e circula ao longo das fraturas existentes nas rochas traquíticas, contribuindo para a formação de estalactites de sílica.

Explique a formação das estalactites de sílica existentes nas rochas traquíticas do Algar do Carvão.